# RICERCHE ANALITICHE SOPRA ALLE POZZOLANE DI TOSCANA E DI...

Andrea Cozzi

14

# RICERCHE ANALITICHE

SOPRA

# ALLE POZZOLANE

# DI TOSCANA E DI ROMA

EFFETTUATE

Dal Professore A. Cozzi

FIRENZE
TIPOGRAFIA DI GIO. MAZZONI
1842

# RICERCHE ANALITICHE

# SOPRA ALLE POZZOLANE

## DI TOSCANA [a] E DI ROMA

Richiesto nel Settembre dell'anno decorso per effettuare l'Analisi di due qualità di Pozzolana, che una di Toscana, e precisamente del Bosco di Biserno in prossimità di Campiglia nella Maremma Massetana, l'altra delle vicinanze di Roma; mi accinsi, senza conoscere la causa per cui mi veniva affidata tal commissione ad eseguire il Saggio Analitico che mi si addimandava, e ne rimessi l'opportuna relazione.

Mi era d'uopo premettere a quanto sarò per dire queste poche parole, onde da ognuno si apprendesse, che questo mio lavoro Chimico sopra alle Pozzolane ha per oggetto unico giustificare il da me detto nel saggio sopra citato, e di provare ad un tempo, che se non geologicamente potrassi chiamare la qualità di terra del Bosco di Biserno adoprata per comporre cementi idraulici col nome di

(a) Per quanto sia intimamente persuaso non doversi dire Pozzolana la terra di Toscana, perchè tal nome nè mineralogicamente, nè geologicamente parlando le conviene, pur tuttavia nel corso di questa memoria continuerò per brevità a chiamarla con questo nome, tanto più che è con esso che fino al presente è stata designata.

Pozzolana, chimicamente però esaminandola, sarà d'uopo convenire esser questa sostanza superiore alla Pozzolana di Roma per gli usi ai quali viene destinata.

I saggi qualitativi e quantitavi che vado esponendo, spero che potranno confermare questa mia opinione (*a*).

## Caratteri Fisici

Il Colore della Pozzolana di Roma è rosso bruno, quello dell'altra rossastro. Sono ambedue promiscuate a piccoli frammenti porosi, e polverizzate, ruvide al tatto: quella di Roma attrae l'ago magnetico, il suo peso specifico è 1,300; quello dell'altra di Maremma 1,880.

## Saggi Tecnici

1. Prese le Pozzolane in discorso ed assoggettate in vaso ermeticamente chiuso all'azione dell'acqua di Calce nella proporzione di 1: 4, si è trovato dopo quaranta giorni, mediante l'Acido ossalico, che maggior quantità di Calce era stata assorbita da quella di Maremma che non da quella di Roma.

2. Una parte di ciascuna delle due Pozzolane unita a parti due di Calce e posto il cemento sotto l'acqua, quello fatto con Pozzolana di Maremma si è ritrovato avere acquistato dopo un'ora molta consistenza che è sempre andata aumentando, fino a che al quindicesimo giorno non era

(*a*) Nell'effettuazione di questa Analisi eseguita nel Laboratorio Chimico-Farmaceutico dell'I. e R. Arcispedale di S. Maria Nuova di Firenze da me diretto, mi hanno assistito i Giovani praticanti in Farmacia Signori Damiano Casanti di Marradi, Francesco Tenderini di Fivizzano, Giuseppe Ceppellini di Pontremoli.

più penetrato da un punto d'acciajo. — E qui debbo notare che all'effettuarsi dell'indurimento non è avvenuto rigonfiamento alcuno, come ho potuto accertarmene collocando l'impasto in cilindro graduato, che non è quindi andato soggetto a nissuna frattura, quantunque di pareti meno dense di quelle di un bicchiere. — Il Cemento preparato colla Pozzolana di Roma si è mantenuto molle per molti giorni, e tanto questo che quello dato dalla pozzolana di Maremma presentarono, solidificati che furono, assoggettati all'ago d'assaggio, le risultanze seguenti:

| NOMI DELLA POZZOLANA | PESO DELL' AGO D'ASSAGGIO | ALTEZZA DELLA CADUTA | PENETRAZIONE |
|---|---|---|---|
| Roma | ℔ 5 § 3 | Fiorentine B. 1 | Fior. B. 0,185 |
| Maremma | Id. | Id. | « 0,056 |

3. Una porzione di questo stesso Cemento fu lasciato esposto all'aria, ove per quanto più lento avvenisse il concretamento, pur tuttavia più celere e resistente fu sempre in quello formato colla pozzolana di Maremma, che nell'altro fatto colla pozzolana di Roma.

4. Formati cementi con parti 1. di ciascuna delle pozzolane, parti 2 di Calce ed 1 di Sabbia, quindi esposti come si è detto in avanti sotto l'acqua ed in contatto dell'aria, si sono comportati affermativamente, ma sempre con la Pozzolana di Maremma in preferenza che con quella di Roma; ed all'ago d'assaggio quelli che aveano soggiornato sotto l'acqua hanno dato, dopo giorni 50 i seguenti resultati:

| NOMI DELLA POZZOLANA | PESO DELL' AGO D'ASSAGGIO | ALTEZZA DELLA CADUTA | PENETRAZIONE |
|---|---|---|---|
| Roma | ℔ 5 ℥ 3 | Fiorentine B. 1 | Fior. B. 0,260 |
| Maremma | Id. | Id. | « 0,140 |

5. Assoggettate separatamente in crogiuolo di platino all' azione di un forte calore, quindi unitavi della Calce nelle proporzioni 3: 1, ed impastate con acqua, i cementi che ne risultarono riescirono molto resistenti, sia posti sotto l'acqua, come lasciati al contatto dell'aria; ma però fu superiore, sia in prontezza come in resistenza, l'indurimento avuto dal cemento fatto colla Pozzolana di Maremma.

6. Riuniti due mattoni con i cementi suddetti quindi posti sotto l'acqua e lasciativeli per giorni 60, aderenza immensamente maggiore avevano acquistato i due riuniti col cemento fatto colla Pozzolana di Maremma di fronte agli altri due trattati nel modo istesso col cemento preparato con l'altra di Roma.

### Saggi Chimici.

7. Presa una parte delle più volte menzionate terre, e assoggettata riputatamente a protratta ebollizione in acqua stillata, quindi saggiato il liquido filtrato con Cloruro di Bario, e ossalato d'ammoniaca, ho dovuto accertarmi che Solfato di Calce era contenuto in ambedue, ma in quantità maggiore però in quella di Roma.

8. Sottoposte separatamente in crogiuolo di platino, unite a polvere di carbone all'azione di un forte calore, quindi trattata la massa residua con acqua, ed affusovi del-

l'Acido Cloro-Idrico, traccie appena sensibili di Acido Solfo-Idrico si sono svolte tanto da quella di Maremma quanto dall'altra di Roma.

9. Fatte bollire parti uguali di ciascuna di esse in una soluzione di potassa, quindi filtrato il liquido, ed in esso affusovi dell'Acido Acetico, ha dato luogo ad un'inalbamento, quindi ad un precipitato fioccoso che si riconosceva essere Ossido d'alluminio.

10. Trattate con Acido-Acetico le due pozzolane, quella di Roma ha presentato, durante l'affusione di esso, una forte effervescenza, mentre tal fenomeno non si è mostrato in quella di Maremma.

11. Saggiate le soluzioni Acetiche coll'Ossalato d'Ammoniaca, ha dato forte inalbamento, quindi abbondante precipitato quella che era stata in contatto della pozzolana di Roma, mentre nessuno ne ha presentato quella, che aveva soggiornato sopra l'altra di Maremma.

12. I residui del trattamento Acetico fatti bollire con Acido Cloro-idrico diluto, e quindi porzione delle Soluzioni Cloro-idriche saggiate con Cianuro di potassio diedero un abbondante precipitato di color bleu.

13. Altra porzione delle soluzioni ridette furono trattate con Ossalato di Ammoniaca, e con tanto quanto se ne richiedeva per separarne la Calce, quindi nei liquidi affuso del fosfato d'ammoniaca dava questo la certezza dei Sali magnesiaci, contenuti in ciascheduno di essi.

Dai quali saggi si poteva ragionevolmente desumere, che nella pozzolana di Maremma in confronto a quella di Roma, avvi poco solfato di calce, come lo addimostrano i saggi 7 e 8; che in maggior copia nella prima che nella seconda vi esisteva l'ossido d'Alluminio, come dal saggio 9; che in ambedue eranvi contenute combinazioni magnesiache e di Ossido di ferro lo addimostravano i saggi

12 e 13; come le resultanze negative, ottenute dai saggi 10 e 11, stavano ad escludere dalla prima, ma non dalla seconda, l'esistenza dei Carbonati e più specialmente del calcare.

I saggi 1, 2, 3, 4, 5, 6 provano, secondo quanto vien riferito da Vicat e Berthier, che questa sostanza, che fino al presente si è chiamata pozzolana, aveva tutte le qualità volute per formare eccellenti cementi idraulici.

Autorizzavano in fine i saggi sopra espressi unitamente a quelli 1, e 5, ad accordare la preferenza alla pozzolana di Maremma sopra quella di Roma per la formazione dei più volte menzionati cementi; ed alla conferma di questa deduzione venivano in appoggio pur anco le esperienze nelle quali da moltissimo tempo vien fatto uso con resultati soddisfacenti della prima delle pozzolane ridette.

Non essendo però il più pronto e resistente indurimento e gli altri resultamenti ottenuti, mediante i reagenti chimici, bastevoli ad assicurare alla pozzolana di Maremma la preferenza sopra quella di Roma per gli usi sopra enunciati, volli procedere ad un'analisi quantitativa all'oggetto di determinare le proporzioni dei materiali costituenti cadauna delle medesime, ed il modo di combinazione in cui vi si trovavano.

## Analisi Quantitativa

Per non soverchiamente dilungarmi riporterò qui brevemente la via tenuta in queste due analisi quantitative, quindi i resultati che da esse ne sono emersi; resultati che io riguardo della massima esattezza, perchè constatati in due modi distinti, all'oggetto che della maggiore precisione riescisse questo lavoro, che considerava di moltissimo interessamento, sì perchè stava a dimostrare la premi-

nenza di un prodotto del nostro paese, come anche perchè credeva che quest' analisi dovesse servire a conciliare le opinioni controverse che fino al presente si sono avute sopra la pozzolana maremmana, non peraltro io credo, e fermissimamente, che per esserci poco approfondati nell'analisi di ambedue.

### Analisi Quantitativa per via secca

Sottoposte parti 100 di cadauna delle Pozzolane in capsula di platino all'azione di un moderato Calore, procurando che la temperatura non oltrepassasse il 300°, potei accertarmi per la diminuzione di peso che avevano subito, della quantità di acqua che in esse era contenuta.

La materia residua unita a dell'idrato di potassa nella proporzione di 1: 3, fu assoggettata in crogiuolo di platino all'azione di un forte calore fino ad effettuarne la perfetta fusione che venne mantenuta per circa tre quarti di ora.

La materia, in questa guisa calcinata, venne staccata dal crogiuolo mediante l'acqua stillata, quindi affusovi dell'Acido Cloro-idrico in eccesso ne effettuava la completa soluzione, e con tal mezzo si era reso solubile l'acido silicio non che portati allo stato di Cloruri la maggior parte degli Ossidi metallici che originariamente esistevano allo stato di silicati, carbonati, solfati ec.

Evaporata fino a secchezza la soluzione Cloro-idrica, e sciolto nuovamente in acqua stillata il residuo salino, restò indietro l'acido Silicico, che fatto convenientemente asciuttare, ed esposto all'azione del calore in capsula di platino, si manteneva bianco quello ottenuto dalla pozzolana di Maremma, e prendeva una tinta giallo-pagliata, che però scompariva nel raffreddarsi, quello ottenuto dall'altra

di Roma, lo che stava ad indicarmi l'esistenza di Acido Titanico. Ed all'oggetto di portare il dubbio a certezza trattava il residuo siliceo da ambedue le pozzolane ottenuto con Acido solforico a caldo, quindi, saggiati i liquidi con acido gallico, Cianuro e Solfuro di potassio, osservai che negativamente si comportavano questi reattivi con quello che soggiornò sulla silice della pozzolana di Maremma, e che traccie appena sensibili e non apprezzabili di Acido Titanico si mostravano nell'altro che aveva soggiornato sul residuo siliceo della pozzolana di Roma.

Le soluzioni acquose vennero in prima trattate a goccia a goccia con altra di Barite, ed i precipitati formatisi, poterono somministrare la quantità dell' acido solforico che in esse esisteva, il quale stava a rappresentare il solfato di calce contenuto nelle sunnominate pozzolane, che mediante la fusione si era costituito in solfato potassico.

Affusa nei liquidi che attraversarono i filtri a goccia a goccia una soluzione di acido ossalico, diè questa luogo ad un precipitato bianco polverulento che riconobbi essere Ossalato di Calce. — Determinata la quantità dell' ossido di Calcio in questi contenuto, ed assegnata quella voluta a saturare l' acido solforico già rintracciato, la porzione rimanente era supponibile che ivi esistesse o allo stato di Silicato, o a quello di Carbonato, come ci inducevano a pensare alcuni dei saggi antecedenti.

Nei liquidi, che avevano attraversato i filtri, in cui erasi raccolto l' ossalato di Calce, venne affuso a goccia a goccia del Cianuro di potassio, e precisamente fino a che non cessava di dare precipitato, che separato mediante filtrazione, e fatto asciuttare, veniva assoggettato in crogiuolo di platino all' azione del Calore fino a che non aveva acquistato un color rosso-bruno, o in altri termi-

ni, fino a che il ferro ed il manganese non si erano costituiti in Ossidi, procurando però di non protrarre di troppo la Calcinazione.

Le materie calcinate venivano disciolte in Acido Cloro idrico, ed in queste soluzioni affusovi del succinato di potassa, ne precipitava il succinato di ferro, che, decomposto mediante il calore, somministrava l'ossido esistente nelle pozzolane.

Trattati i liquidi, che attraversarono il filtro, con idrato di potassa, ne precipitava da quello spettante alla Pozzolana di Roma il biossido di manganese che trovavasi in esso liquido disciolto, e che riscontrai essere in dose inapprezzabile.

Riportato l'esame sopra le soluzioni Cloro-idriche, dalle quali si era già separato la calce ed il ferro, e più, da quella attenente alla pozzolana di Roma, il manganese, venne in ambedue affuso del Carbonato di Ammoniaca in leggero eccesso; e separato, mediante la feltrazione, l'ossido di Alluminio precipitatosi, ne potei in tal modo, asciuttato che fù, determinare la quantità.

I liquidi rimanenti evaporati in capsula di porcellana fino a secchezza, ed esposte le masse saline in crogiuolo di platino all'azione di un forte calore onde decomporre il carbonato ammoniaco-magnesiaco formatosi, lasciarono un residuo bianco polverulento dolce al tatto, che riconobbi, mediante i saggi opportuni, essere in totalità ossido di Magnesio.

Col metodo che ho brevemente tracciato potei ottenere dalle p. 100 di ciascuna delle pozzolane assoggettate all'analisi, le appresso resultanze.

| PROPORZIONI DELLE SOSTANZE CONTENUTE in P. 100 POZZOLANA DEI DINTORNI DI ROMA ASSOGGETTATA ALL'ANALISI PER VIA SECCA. | |
|---|---|
| Acqua . . . . . . . . . . . . . . . | 7, 53 |
| Acido Silicico . . . . . . . . . . | 30, 00 |
| Solfato di Calce . . . . . . . . . . | 1, 58 |
| Allumina . . . . . . . . . . . . . . | 0, 66 |
| Magnesia . . . . . . . . . . . . . . | 32, 00 |
| Calce . . . . . . . . . . . . . . . | 8, 78 |
| Ossido di Ferro . . . . . . . . . . . | 4, 80 |
| Acido Titanico . . . }<br>Ossido di Manganese . } . . . . . .<br>Perdita . . . . . . . } | 14, 65 |
| Totale | 100, 00 |

| PROPORZIONI DELLE SOSTANZE CONTENUTE IN P. 100. POZZOLANA DEL BOSCO DI BISERNO IN PROSSIMANZA DI CAMPIGLIA ASSOGGETTATE ALL' ANALISI PER VIA SECCA | |
|---|---|
| **Acqua** . . . . . . . . . . . . . . | **7, 33** |
| **Acido Silicico** . . . . . . . . . . | **45, 21** |
| **Solfato di Calce** . . . . . . . . . | **1, 16** |
| **Allumina** . . . . . . . . . . . . . | **9, 37** |
| **Magnesia** . . . . . . . . . . . . . | **31, 85** |
| **Ossido di ferro** . . . . . . . . . . | **4, 51** |
| **Perdita** . . . . . . . . . . . . . . | **0, 57** |
| **Totale** | **100, 00** |

Con queste prime analisi aveva potuto determinare le proporzioni dei materiali componenti le due pozzolane, ma non però in totalità il loro stato di combinazione nelle medesime; o se in altri termini l' Ossido di Magnesio, di Calcio, e d' Alluminio esistessero totalmente o liberi o allo stato di Carbonati, ossivvero di Silicati. Ed anzi era autorizzato a supporre che i primi due degli Ossidi da me nominati, dovessero in special modo nella Pozzolana di Roma esistere allo stato di Carbonati, inquantochè i 14, 65 rappresentanti l'Acido Titanico, l'Ossido di Manganese, e la Perdita, erano troppo apprezzabili, e faceva d' uopo supporre che gran parte di quest' ultima fosse proveniente dall' Acido Carbonico che stava a salificare porzioni degli ossidi da me ritrovati; ragione per cui credei, che il precisare il modo di esistere di queste sostanze nelle Pozzolane in discorso dovesse essere cosa della massima importanza. All' oggetto però di avere tal certezza, faceva d'uopo intraprendere un' analisi quantitativa per via umida, lo che feci nel modo che dirò in appresso; e tanto più volentieri mi vi accinsi inquantochè i resultati che per essa avrei dovuto ottenere sarebbero serviti di conferma a quelli somministratimi dall' altra effettuata per via secca.

### Analisi per via Umida

Sottoposte p. 100 di cadauna delle Pozzolane a ripetute e protratte ebollizioni nell' acqua stillata, si potè in questo modo separare tutto il Solfato di Calce, del quale fu costatata l'esistenza e la quantità, mediante l' affusione del Cloruro di Bario. Isolato, mediante il calcolo, l' Acido Solforico dall' Ossido di Bario, ed aggiuntovi la quantità di Calce che gli abbisognava per costituirsi in solfato calcareo,

si ebbe la proporzione di questo sale tal quale esisteva nelle due Pozzolane assoggettate all'esperimento.

Le porzioni restate insolubili in acqua venivano trattate repetutamente a caldo con Acido Acetico diluto, e precisamente fino al cessare d'inalbarsi che facevano i liquidi posti in contatto dell'Acido Ossalico e dell'Ammoniaca; ed è da notarsi, che per l'affusione delle prime porzioni di Acido Acetico, viva e prolungata effervescenza manifestavasi nella pozzolana di Roma, mentre tal fenomeno mancava affatto in quella di Maremma.

Mediante questi trattamenti Acetici si poteva separare la Calce e la Magnesia, che vi si trovavano allo stato di Carbonati. Separata dai liquidi Acetici la calce mediante l'Acido Ossalico, e portato mercè semplice proporzione l'ossalato ottenuto allo stato di Carbonato come esisteva naturalmente, si aveva per resultante la quantità precisa di questo sale del quale andavasi in traccia, ma che però solo si ritrovava nella Pozzolana di Roma.

Nei liquidi che avevano attraversato i filtri per la separazione che erasi fatta dell'ossalato di Calce (avuto solo da quello appartenente alla Pozzolana di Roma), veniva affusa dell'Ammoniaca; e raccolto il precipitato ottenuto solo da quello appartenente alla suddetta, lavato con acqua stillata ed assoggettato all'azione del calore, diede la quantità della Magnesia che era stata sciolta dall'Acido Acetico, la quale venne quindi, mediante il Calcolo, riportata allo stato di Carbonato.

Raccolta la materia residua dei trattamenti acetici ed assoggettata per repetute e protratte ebollizioni a contatto dell'Acido Cloro-Idrico diluto, si veniva con tal mezzo a sciogliere l'Allumina che vi si trovava scevra da altre combinazioni, a decomporre il Silicato di Magnesia, e ad un tempo a portare queste terre, unitamente agli altri ossidi metallici contenutivi, allo stato di Cloruri.

Riuniti i liquidi Acidi, furono trattati con Cianuro di Potassio onde precipitare da essi il ferro, e più il manganese da quello appartenente alla Pozzolana di Roma, allo stato di Cianuri, ed i precipitati avuti, decomposti mediante il calore in crogiuolo di platino, somministravano gli ossidi di ferro e di Manganese, che venivano separati nel modo già descritto in avanti.

I liquidi, che attraversarono i filtri, allorchè venne separato il Cianuro di ferro, furono decomposti mediante Carbonato di potassa, che somministrò un'abbondante precipitato bianco, il quale separato mediante filtrazione, fatto asciuttare ed assoggettato all'azione dell'idrato di potassa, lasciava per residuo la magnesia, della quale determinatone il peso ed assegnatole l'Acido Silicico, che le abbisognava per costituirsi in silicato, come nelle pozzolane esisteva, venivamo anco di questo Sale a costatarne la quantità.

Trattato quindi il liquido alcalino con Acido Acetico ne precipitava l'allumina, che separata mediante filtrazione, lavata ed asciuttata, stava a rappresentarmi quella porzione di essa che ritrovavasi libera da altre combinazioni, mentre quella che si aveva d'ammanco comparativamente alla quantità ottenutane dall'Analisi effettuata per via secca, era autorizzato a supporre che vi esistesse allo stato di Silicato.

Quest'ammanco dell'allumina ottenuta dai trattamenti Cloro-idrici era notabile, giacchè niuna traccia ne somministrava quello della Pozzolana di Roma, e tenuissime e ben lievi apparenze ne avevamo in quello fatto sulla Pozzolana di Maremma.

Queste resultanze portavano a stabilire, essere poca l'allumina esistente allo stato di libertà nella pozzolana di Maremma, e punta nell'altra di Roma, giacchè se in

tal guisa vi si fosse ritrovata, in totalità si sarebbe disciolta nell' Acido Cloro-idrico. Ora l'ammanco trovato era forza stabilire lo ripeto, che esistesse allo stato di silicato; silicato che a differenza di quello di magnesia, essendo indecomponibile dall' Acido ridetto diluto, doveva trovarsi tuttora indecomposto nel residuo restato inattaccato da esso. — Nonostante, onde verificare sifatta supposizione assoggettai questo residuo all'azione dell' Acido Solforico concentrato, e veniva difatto a portare, per mezzo di esso, dell' Allumina allo stato di Solfato, che poi precipitata mediante l'Ammoniaca, asciuttata, pesata, ed aggiunta all'altra ottenuta dal trattamento Cloro-idrico, trovava essere quella che completava il peso totale corrispondente alla quantità ottenutane dall' altra analisi effettuata per via secca; ed a questa assegnato, mediante il calcolo, l'Acido Silicico occorrente per portarla allo stato di silicato, si aveva il peso di questo Sale tal quale nella pozzolana esisteva.

Detratta infine l'allumina così separata dal residuo che restò insolubile nell' Acido Cloro-idrico, e sottratte le quantità d' Acido Silicico occorse a salificare la magnesia e l' Allumina, l'avanzo stava a dimostrare la quantità dell' Acido stesso esistente allo stato di libertà nelle pozzolane in discorso; ed infatti riuniti questi tre dati avevamo il peso totale dell' Acido Silicico ottenuto nei trattamenti per via secca.

Da questi resultati si era indotti con tutta certezza a stabilire, che i veri rappresentanti le Pozzolane del Bosco di Biserno e di Roma assoggettate all' analisi, erano nelle appresso combinazioni e quantità.

**Quadro dimostrativo le proporzioni, ed il modo di esistere delle diverse sostanze contenute nella pozzolana dei dintorni di Roma, prese sopra p. 100**

| NOME DELLE SOSTANZE | PROPORZIONI LORO SOPRA P. 100. | NOME DEI COMPONENTI | PROPORZIONI LORO |
|---|---|---|---|
| Acqua . . . . . | 7, 53 | Ossigene . . . | 6, 73 |
| | | Idrogene . . . | 0, 80 |
| Solfato di Calce | 1, 58 | Acido Solforico . | 0, 68 |
| | | Calce . . . . | 0, 52 |
| | | Acqua . . . . | 6, 38 |
| Carbonato di Calce | 15, 67 | Acido Carbonico | 6, 89 |
| | | Calce . . . . . | 8, 78 |
| Carbonato di Magnesia, idrato . | 12, 00 | Acido Carbonico | 4, 29 |
| | | Magnesia . . . | 5, 37 |
| | | Acqua . . . . | 2, 34 |
| Ossido di Ferro . | 4, 80 | Ossigene . . . | 1, 46 |
| | | Ferro . . . . | 3, 34 |
| Silicato di Magnesia (a) | 46, 46 | Acido Silicico . | 19, 83 |
| | | Magnesia . . . | 26, 63 |
| Silicato d'allumina | 0, 77 | Acido Silicico . | 0, 11 |
| | | Allumina . . . | 0, 66 |
| Acido Silicico . | 10, 06 | Ossigene . . . . | 5, 23 |
| | | Silicio . . . . | 4, 83 |
| Ossido di Manganese<br>Acido Titanico .<br>Perdita . . . . | 1, 13 | . . . . . . . | 1, 13 |
| Totale | 100, 00 | Totale | 100, 00 |

(a) Esaminato, mediante il calcolo, che la quantità totale di Acido Silicico ritrovato in ambedue le pozzolane, non era bastevole a formare nè il Silicato di Magnesia neutro nè quello Sesqui-basico, come neppure il Silicato d' Allumina neutro nè l' altro tri-basico, era forza concludere che la proporzione dell' Acido Silicico contenuto nel primo dei summentovati Silicati, stava come 1: 3, che nel secondo come 1: 2, e conseguentemente questi costituire i due Silicati indicati da Berthier, cioè tri-basico quello di Magnesia, e bi-basico l' altro d' Allumina.

Quadro dimostrativo le proporzioni, ed il modo di esistere delle diverse sostanze contenute nella pozzolana del Bosco di Biserno in prossimanza di Campiglia, prese sopra p. 100

| NOME DELLE SOSTANZE | PROPORZIONI LORO SOPRA P. 100. | NOME DEI COMPONENTI | PROPORZIONI LORO |
|---|---|---|---|
| Acqua . . . . | 7, 33 | Ossigene . . . | 6, 52 |
| | | Idrogene . . . | 0, 81 |
| Solfato di Calce . | 1, 16 | Acido Solforico | 0, 49 |
| | | Calce . . . . | 0, 39 |
| | | Acqua . . . | 0, 28 |
| Silicato di Magnesia | 55, 56 | Acido Silicico . | 23, 71 |
| | | Magnesia . . | 31, 85 |
| Silicato d' Allumina | 8, 60 | Acido Silicico . | 1, 23 |
| | | Allumina . . | 7, 37 |
| Acido Silicico . . | 20, 30 | Ossigene . . . | 9, 81 |
| | | Silicio. . . . | 10, 49 |
| Allumina . . . | 2, 00 | Ossigene . . . | 0, 93 |
| | | Alluminio . . | 1, 07 |
| Ossido di Ferro . | 4, 51 | Ossigene . . . | 1, 37 |
| | | Ferro . . . . | 3, 14 |
| Perdita . . . . | 0, 54 | . . . . . . . | 0, 54 |
| Totale | 100, 00 | Totale | 100, 00 |

Terminate queste ricerche analitiche, riunite le risultanze da esse avute, e presele in disamina, onde convalidare l'opinione che m'induceva a dare la preferenza alla pozzolana di Maremma sopra quella di Roma per gli usi cui

viene destinata, rintracciava ampia serie di fatti che stavano a confermarla; fatti, che in tutta l'estensione avrei qui sviluppati, se le continue e reiterate richieste di questo lavoro da chi me lo aveva affidato, non mi avessero costretto rimetterlo in tempo assai breve di fronte alla sua importanza: pure tuttavia io credo che il poco che sarò per dire servirà a costatare la preferenza che si deve alla prima sulla seconda.

Il primo risultato analitico da me riportato sarebbe, io credo, bastevole ad abbattere l'opinione vantaggiosa che si è avuta della Pozzolana di Roma sopra quella di Maremma, giacchè la causa unica dei cattivi effetti che si vuole attribuire alla seconda di esse, si ripete dalla maggiore quantità di solfato di calce, che si è creduto esservi contenuto. Ora la mia analisi dimostra all'evidenza, che la quantità di questo sale è inapprezzabile in cadauna, ma pur tuttavia maggiore in quella di Roma, dunque se la maggior quantità di esso costituisse la peggiore qualità della Pozzolana avrebbero pronunziato da per se stessi, gli oppositori di quella di Maremma, essere invece la peggiore quella di Roma. Ma siccome ben altri argomenti e di maggiore importanza mi si presentano per sostenere il mio asserto, così io trascuro questo, che nel mio caso sarebbe sufficientissimo, per passare a parlare degli altri.

Mercè gl'interessanti lavori di Vicat, Berthier, Raucourt, Treussart e John sopra alle calci idrauliche, abbiamo tali nozioni intorno alle proporzioni ed alla natura di questi cementi importantissimi, che portano oramai a rinunziare alle opinioni emesse per lo addietro, e più specialmente da Guyton-Morveau, sopra alla indispensabile presenza degli ossidi di ferro e di manganese, e che conducono per lo contrario a stabilire esser questi affatto inutili ed anco il più delle volte di nocumento.

Quei Dotti ci addimostrano che le condizioni e gli influenti, che beneficano la buona riuscita di questi Cementi

altro non sono, che la presenza e le proporzioni dei Silicati esistenti nelle argille diverse destinate a formare calci idrauliche, la quantità della Calce, il loro modo di calcinazione, e le proporzioni dell'acqua che vi si unisce: addimostrano del pari che non buona calce idraulica potrà essere mai quella nella quale sono contenuti Carbonati e più specialmente i calcarei; ed è appunto con queste autorità dettate da quei Chimici con profondo sapere e molta esperienza, che io mi propongo, guidato dalle risultanze analitiche già ottenute, sostenere il mio asserto.

Che la presenza dei carbonati nelle diverse argille destinate alla fabbricazione delle Calci idrauliche riesca del massimo nocumento, è cosa oramai troppo nota; giacchè la cottura che fassi di esse per costituirle in quest'ultime, unico, e solo oggetto ha decomporre questi Carbonati; decomposizione che, come sappiamo, viene in quel caso definita da alcuni coll'ammettere che l'acqua in esse contenuta, combinandosi col Carbonato, formi un idrato efimero, il quale poi vien decomposto al calor rosso; da altri, che l'acqua venendo decomposta dal carbone impiegato nella calcinazione, formi varj gas, tra i quali l'idrogene carbonato, che, decomponendo l'acido carbonico del Carbonato, lo fa passare allo stato di ossido, e così ne facilita la separazione da esso sale calcareo e dagli altri nei quali è contenuto.

Vicat con un suo interessante lavoro ci fa conoscere che non buone Calci idrauliche possono riescir quelle ove sono contenuti i più volte menzionati Carbonati calcarei, valendosi di queste parole: « Basta la presenza di 5 a 10 « Centesimi di Acido Carbonico in una Calce Argillifera « per alterarne l'energia. » Ora come vorrà darsi la preferenza alla Pozzolana di Roma, che io riguardo come l'Argilla, che poi promiscuata alla Calce deve formare il

cemento idraulico, come dico accordarle la preferenza se contiene il 27, 67 per cento di Carbonati, nei quali evvi contenuto 11, 18 per Cento d'Acido Carbonico, di fronte all'altra di Maremma che non ne contiene traccia la ben che menoma? . . . . . . . .

L'esperimento ingegnoso, e del pari decisivo, suggerito dal Chimico sopra citato, sta in appoggio a confermare l'opinione da me emessa.

È oramai provato, che l'energia di una pozzolana atta a formare buoni cementi idraulici, stà in ragione diretta della decomposizione dell'Acqua di Calce che effettua, allorchè essa viene in questa immersa; o in altri termini che quanta maggior quantità di essa acqua di Calce sarà decomposta da una Pozzolana qualunque, tanta più energica sarà la resistenza che presenterà il comento idraulico, che con questa si forma: ma maggiore quantità di acqua di Calce, come abbiamo accennato in principio, venne decomposta dalla Pozzolana di Maremma di fronte a quella di Roma, dunque migliore la prima della seconda.

Consta dalle esperienze di Berthier, che tutte le Calci che contengono ad un tempo Silice ed Allumina, e meglio ancora Silice, Allumina, e magnesia, acquistano una durezza considerevolissima; e le proporzioni di queste sostanze, assegnate per formare buone calci idrauliche, si trovano in dosi bastevoli in ambedue le Pozzolane in discorso ( previa però l'aggiunta che vien fatta della Calce) ma sempre però in dose maggiore, ed in combinazioni più favorevoli per acquistare una forte coesione, in quella di Maremma che non in quella di Roma.

Infatti nella Pozzolana di Maremma, quando con criterio Chimico fosse nelle debite quantità aggiunta la Calce, si trovano i materiali presso a poco nelle proporzioni stesse che si rinvengano nel così detto Cemen-

to acquatico inglese, che ha meritato, per i suoi ottimi effetti prodotti, anco il nome di Cemento Romano; appunto perchè molto si assomiglia a quello che fabbricavasi dagli antichi Romani, e che oggi noi dobbiamo confessare non conoscere.

Una volta che si rifletta che le diverse Calci idrauliche altro non sono che un misto di Silicati di Calce, di Magnesia, e di Allumina; che questi composti messi nell'acqua somministrano degli Idrati, o delle combinazioni di Silicati idrati con l'idrato Calcico, che lì a bella posta si è messo in eccesso; e che la presa che fa questa specie di cemento dipende essenzialmente dal passaggio rapido che fanno i Silicati allo stato d'Idrato; vedremo che è forza accordare, pur anco per questa ragione, la preferenza alla Pozzolana di Maremma, di fronte a quella di Roma; giacchè appunto è là che maggiore quantità di Silicati e di Acido Silicico vi si ritrovano. Ed anzi sostengo e repeto, che, regolata la quantità della Calce, e attenuata il più possibilmente la Pozzolana, se ne dovrebbe avere un cemento idraulico che non avesse il pari che gli stesse a fronte.

I lumi infine che ci ha somministrati la Geologia sopra alla formazione delle Pozzolane di Maremma e di Roma hanno servito, a mio credere, a presentare dati tali da convalidare la preferenza, che, a buon diritto, si deve alla prima di queste di fronte alla seconda. Dalla scienza suindicata siamo fatti certi non essere la Pozzolana di Maremma altro che immensi depositi formati dall'accumulamento degli avanzi restati insolubili nelle caldaje, allorchè in quelle contrade preparavansi quantità considerevoli di Allume con gli schisti alluminosi, che ivi, o a poca distanza raccoglievansi; come del pari siam fatti certi essere la Pozzolana di Roma una produzione vulcanica, e precisamente quella roccia chiamata dal Cordier *Pozzolite Lapilliforme*.

Esaminate attentamente le due Pozzolane, sia per i loro caratteri fisici, come per il modo di comportarsi con gli agenti chimici, sembra, che il calore che dovettero subire gli schisti alluminosi nella fabbricazione dell' Allume, per costituirsi dallo stato di solfuri a quello di solfati, tale fosse da decomporre i carbonati che ivi trovavansi, e dar luogo ad un tempo alla formazione dei Silicati, che vi si rinvengano; mentre la temperatura che subirono le sostanze, ora componenti la Pozzolana di Roma, pare essere stata tale, da vetrificare porzione di essi silicati, lasciare al nudo degli ossidi terrosi e della Calce, che poi per la loro esposizione all'aria si costituivano in carbonati; o fors' anco tale essere stata l' influenza del Calorico, da formare nel primo caso dei silicati terrei, semplici, infusibili; nel secondo dei silicati doppi, più facilmente fusibili, e che conseguentemente poteronsi per la forte, e protratta azione di questo imponderabile, vetrificare.

Lungi però dal volere teorizzare in argomento di tanta importanza, e di non mia pertinenza, mi limiterò a riferire, che i citati Vicat e Berthier, hanno dimostrato all' evidenza, che una troppo energica e prolungata amministrazione di calore all' Argille, che servir debbono alla formazione dei cementi idraulici, distrugge in esse l' idraulicità, per quanto i componenti vi si trovino nelle proporzioni volute per formare delle calci eminentemente idrauliche; come per lo contrario, se alla temperatura necessaria non vengano esposte, si hanno pessimi resultati: addimostrano dal pari questi Dotti, che calci idrauliche non buone, difficili ad acquistare indurimento, e di poca coesione si ottengono dalle Argille, allorchè la calcinazione si effettua in forni chiusi; migliori al contrario, di più pronto indurimento, e forte consistenza riescano, quando la calcinazione si eseguisce al contatto dell' aria.

Dietro questi fatti osservati daí sopra Nominati, sarebbe egli ragionevole supporre, che le sostanze diverse delle formazioni vulcaniche avessero subìta tale temperatura, da far loro acquistare quelle alterazioni, che si osservano nelle argille, allorchè si espongono nei suddetti forni chiusi; e che, per lo contrario, la calcinazione degli Schisti Alluminosi essendosi effettuata in contatto dell' Aria avesse essa, attraversandoli di continuo, mantenuta tale temperatura, che solo necessaria fosse per costituire le sostanze diverse in Silicati semplici, e non altrimenti?....

Ma senza più oltre trattenermi in teorie che lunghi e rieterati esperimenti richiederebbero, onde esser confermate, dirò che ad accordare la preferenza alla *Terra del Bosco di Biserno* di fronte alla Pozzolana di Roma, a me sono più che sufficienti gli esperimenti dell' ago d' assaggio, l' assorbimento maggiore che si fa dalla prima della calce dalla sua soluzione con la quale è stata a contatto, l' esclusiva assenza di Carbonati, la maggiore quantità dei Silicati, dell' Acido Silicico, e la non apprezzabile quantità di Solfato di Calce contenutovi.

E se a tutto questo si aggiunga, che da tempo lunghissimo viene fatto uso di questa terra per formare cementi idraulici, e sempre con buon successo, vedremo non allontanarci dal vero nell' accordarle che facciamo la preferenza.

Si studi ora dunque, e non m' incresce ancor ripeterlo una volta, con criterio Chimico le proporzioni della Calce che deve unirsi alla terra del Bosco di Biserno, il modo di effettuarne l' unione, e la maniera di usarla, e siam certi che le opere costruite con tai cementi dureranno eterne, come eterno viverà il nome di chi le fece eseguire.

Firenze 16. Aprile 1842.